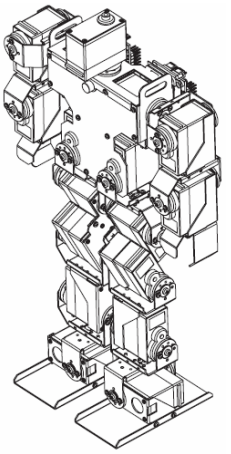
二足歩行ロボットの研究

Ⅰ　研究の概要

小型二足歩行ロボットを用いて、サーボの動きを研究し、より複雑な動きができるようにプログラムを組む。

Ⅱ　目標

1　先代のロボットを使って、モーションの作成に重点を置いて研究する
2　オリジナルのモーションを作る
3　歩かせる！
4　出来れば躍らせる！
5　より人間らしい動きをさせる



Ⅲ　研究の方法、手順

【使用するもの】

- 小型二足歩行ロボット（KHR-１／近藤科学）
  （以降の図は、これに付属の取扱説明書より引用する。）
- ニカド電池
- パソコン
- 専用ソフト

【研究の手順】

① ロボットにバッテリーを接続し、USB ケーブルで本体とパソコンを接続する。
② 専用ソフト（Heart To Heart）を起動し、サーボの可動域、範囲を確認する。
③ 専用ソフトに内蔵されているサンプルモーションを研究して、新たなモーションを作成する。
④ できあがったモーションを実行し、ムービーを撮影し記録する。

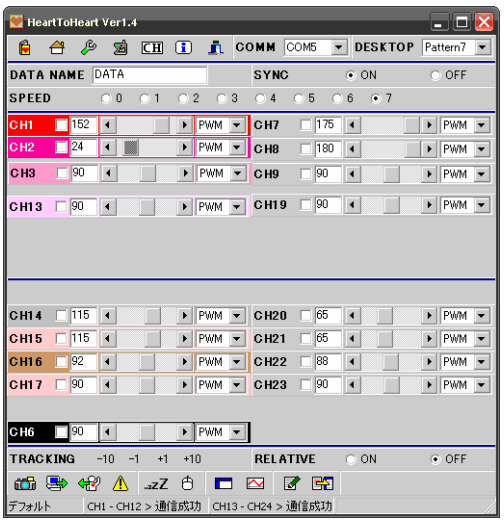
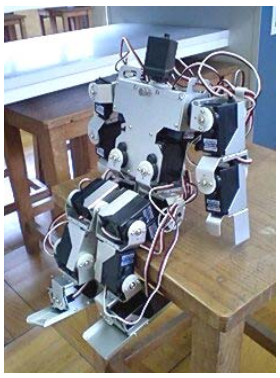


図１：Heart To Heart 起動中

Ⅳ　研究の結果・記録

月日	活動内容	月日	活動内容
３月１３日	動作の確認、HP 設定(…①)	７月１４日	「モーション A」完成
３月１８日	メンテナンス		「モーション B」完成
４月２３日	↓	・	
４月３０日	サンプルモーション試行	・	最終調整→そして撮影
５月　７日	↓	・	
５月１４日	モーション「スクワット」完成		写真１：ロボット「クララ３号」
５月２１日	（試行錯誤）		
６月　４日	（試行錯誤）		
６月１１日	不具合により解体		
６月１６日	調整完了		
６月２５日	モーション改良		
７月　９日	モーション作成(…②)		
	教示機能(…③)によるモーション作成		

①について

作業１：サーボチャンネルと部位を確認する

チャンネル（以降、CH）は、ロボットの次の身体の部位に位置に対応している。ここの数値を調整することによって、ロボットの動きを変化させることができる。

表１：CH と体の部位の対応

サーボ	部位	サーボ	部位
CH1	左腕前後	CH7	右腕前後
CH2	左腕左右	CH8	右腕左右
CH3	左肘左右	CH9	右肘左右
CH13	左足左右	CH19	右足左右
CH14	左足前後	CH20	右足前後
CH15	左膝前後	CH21	左膝前後
CH16	左足首前後	CH22	右足首前後
CH17	左足首左右	CH23	右足首左右
CH６	首　左右		

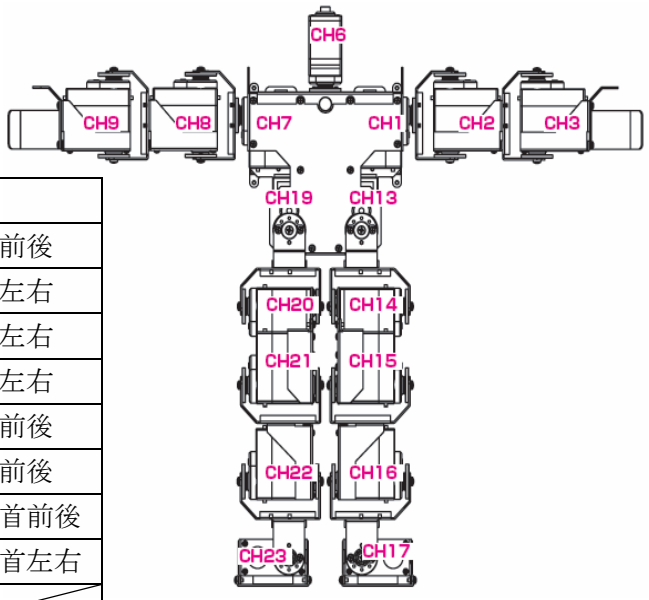


図２：チャンネルの位置

作業２：ホームポジション（HP）を設定する

「ホームポジション」（以降、HP）とは、全ての動作の基本となる姿勢である。

ロボットが組み立て終わった時点で、重心は後ろ側に傾いているため、身体の中心に重心をおくために HP を設定する必要がある。

表２：「ホームポジション」CH 値

サーボ	値	サーボ	値
CH1	5	CH7	175
CH2	0	CH8	180
CH3	90	CH9	90
CH13	88	CH19	92
CH14	115	CH20	65
CH15	115	CH21	65
CH16	90	CH22	90
CH17	92	CH23	88
CH６	90		

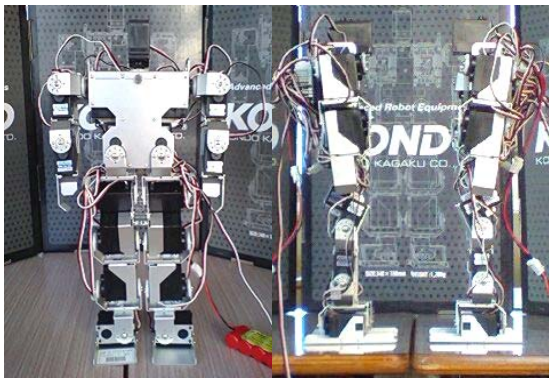


写真２：ホームポジション

図解

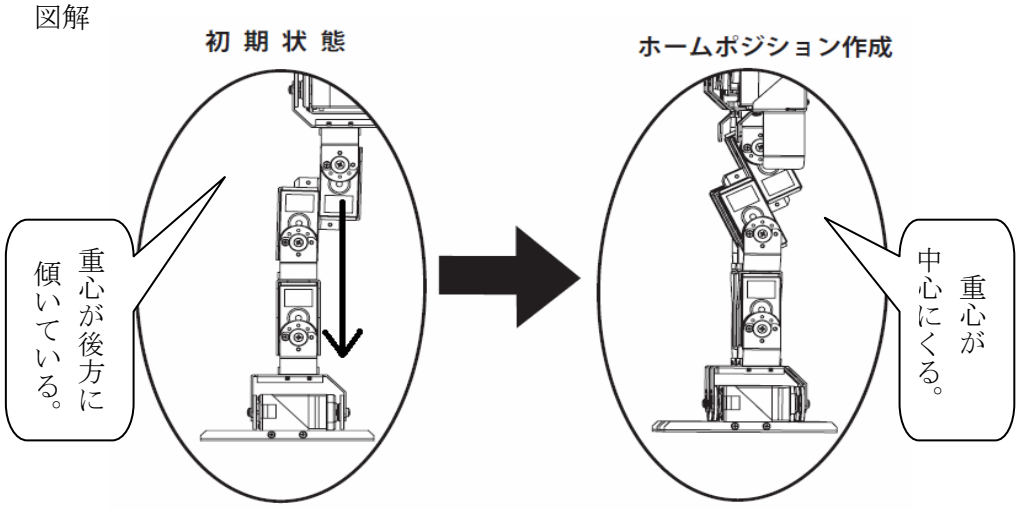


図３：HP 設定前と設定後の差異

②：モーションを作成する

CH の数値を変えることによって、ロボットを動かすことができる。

表３：「左手を掲げる」CH 値

CH1	152
CH2	24

写真３：左手を揚げるクララ

これを組み合わせて、より複雑な体勢を取らせる。

表４：「歩き始めの姿勢」

サーボ	値	サーボ	値
CH１	5	CH７	150
CH２	11	CH８	169
CH３	90	CH９	90
CH13	75	CH19	73
CH14	65	CH20	102
CH15	66	CH21	118
CH16	95	CH22	67
CH17	105	CH23	104
CH６	90		

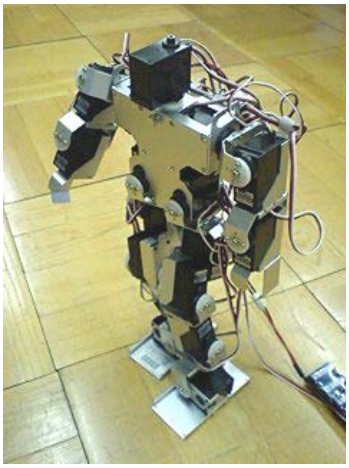


写真４：歩き始めるクララ

③：「教示機能」を使ってモーションを作成する

「教示機能」とは、サーボを自由に動かせられる状態でロボットに自由な体制を取らせ、その各々の CH の値を読み取る機能である。これを用いることによって、より簡単に、幅のあるモーションを作成することができる。

表５：左の体勢時の CH 値

サーボ	値	サーボ	値
CH１	62	CH７	117
CH２	84	CH８	156
CH３	70	CH９	128
CH13	92	CH19	90
CH14	110	CH20	0
CH15	84	CH21	166
CH16	43	CH22	1
CH17	114	CH23	116
CH６	90		

このような操作を繰り返すことによって、

＊　モーション A

：仰向けからの起き上がり→歩行→フィニッシュ（両手を挙げてバイバイ）

＊　モーション B

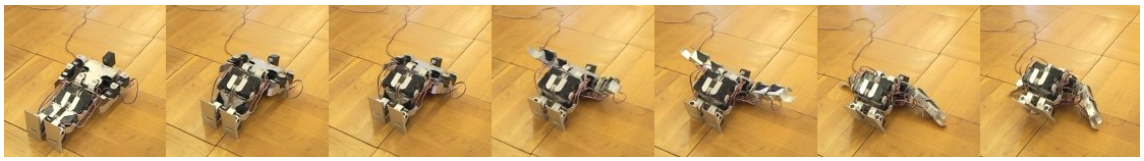
：旗揚げゲーム（赤あげて、白あげて、赤さげないで…白さげる）

を作成することができた。

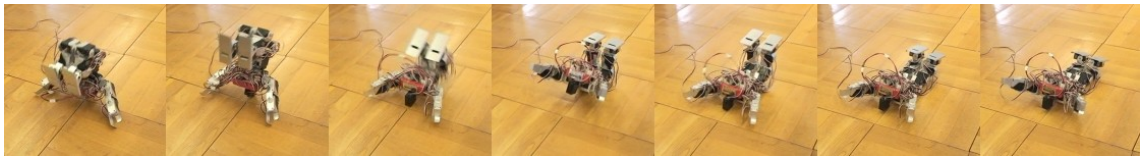
そして、完成したモーションはビデオカメラを使って撮影し、記録した。

以下に、完成したモーションＡの一部を紹介、解説する。
なお、一番想像し難いと思われる「仰向けからの起き上がり」部分の写真を細かく載せた。

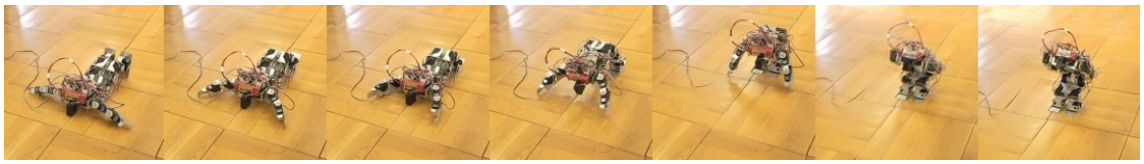
【モーションＡ　図解（一部省略）】



仰向けの状態から、腰を上げて、手を広げる



腕をそのまま回すことによって、重心が後ろに移動　→ひっくり返る



足を曲げ、手を前に出し、支えにして…

…立つ！！　　そして歩行（何回か繰り返す）　　…立ち止まって

手を挙げて…　　バイバーイ！　　（終）

V　研究のまとめ

以下に、今回の課題研究のまとめを記す。

【研究の成果】

- メンテナンスを通して、ロボットの構造を理解することができた。
- サンプルモーションを分析、改良、応用することにより「モーション A」を作成することができた。
- 教示機能を使い、「モーション B」を作成することができた。
- 当初の目標「歩かせる！」を達成することができた。

【発生した問題と、今後の対策等】

- 下半身が動かない（その時の対応：接続等確認するも原因不明。他の機体に変更）

  ⇒　コード内断線？もしくは基盤との接続ミス？ハードウェアは許容範囲外であったため、非常にやるせない思いをした。ハードもあわせて研究すべきだった。

- モーションが実行できない（対応：ソフトウェアの説明書を読んでも原因不明。高橋先生の助けを呼ぶ）

  ⇒　USB の接続設定不備。設定後は、しっかりと動くようになった。ロボットのみならず、使用するパソコンについても十分に理解しておく必要があるようだ。

- CH の稼動範囲確認時、本来、左右に 180 度動くはずのものが、90 度しか動かない場所があった。（対応：一度解体し、部分的に組み立てなおした。）

  ⇒　原因は、サーボ（間接）同士の接続ミスであったと考えられる。サーボの可動域は絶対値 360 度を超えることができないため、製作する過程で各部位を接続する際に十分な注意をするべきだ。

- ロボットが全身痙攣を起こしたことがあった。（対応：サーボの暴走と認識し、他の機体に変更）

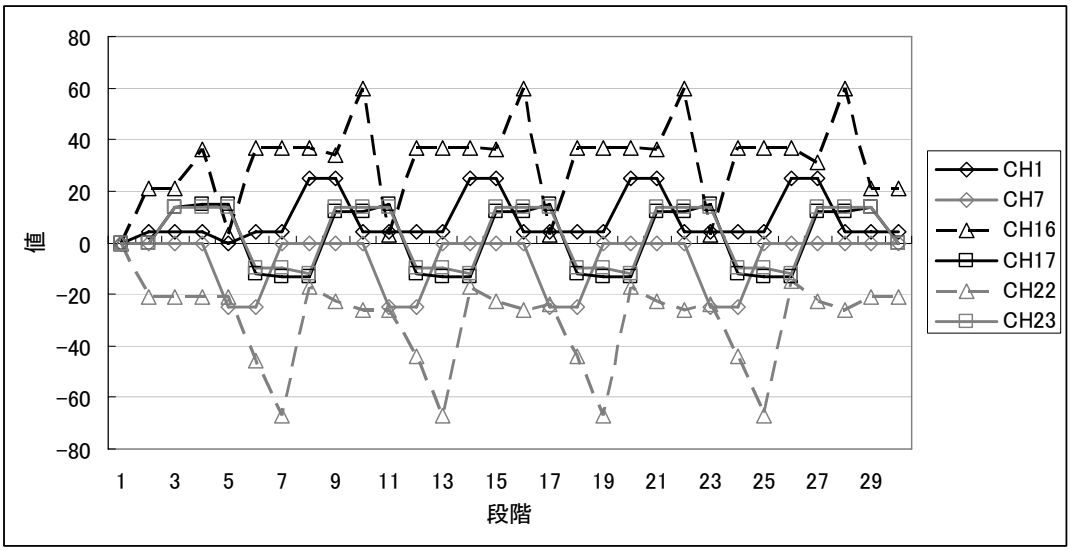
  ⇒　変更後も同じ現象が時々見られることから、電池の充電不足によるサーボの動作不良の可能性が高いと考えられる。研究に取り組む前に、電池をよく充電しておく必要がある。

- 歩行時に、真っ直ぐ歩かない、バランスを崩しやすい。（対応：調整を繰り返してみたものの、他の手立てがなかったので放置）

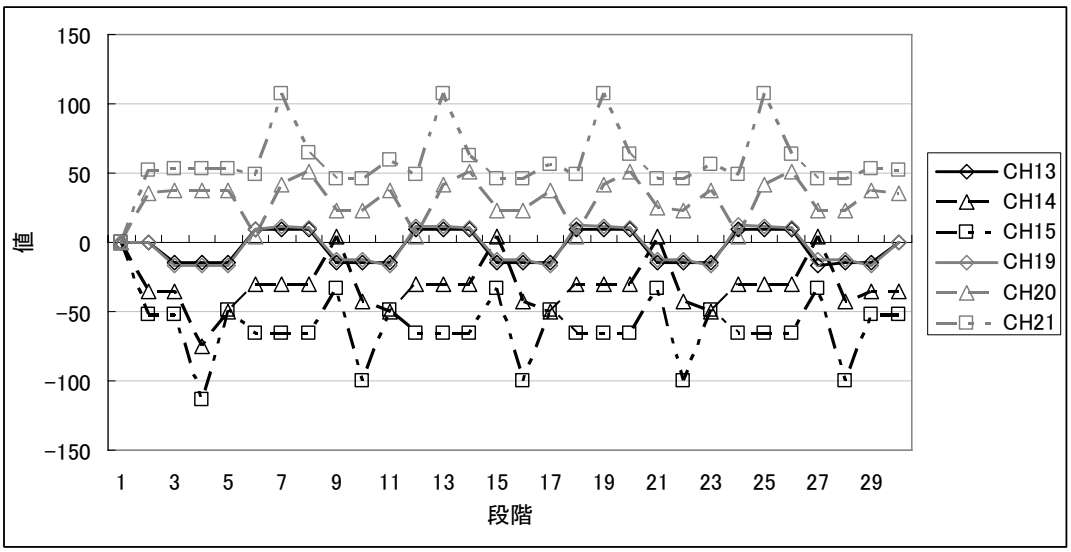
  ⇒　「歩く」という動作はバランスを保つ微妙な加減が必要。また、自身につまずく可能性も考えなくてはならない。ほんの少しの要因（接続されているコードや床の凹凸など）で方向転換が生じ、直進が妨げられてしまう。今後 SSH でロボットに携わる人々には、ここをひとつの課題として研究に取り組んでほしい。

Ⅵ　考察

ロボットの動きを詳しく分析するために、HP で定めた値を 0 として歩行時の CH の段階と値の様子をグラフで表した。



グラフ１：両腕前後、両足首前後左右



グラフ２：両足前後左右、両膝前後

各グラフより

① 左右で対応している CH 値が X 軸に関してほぼ対象であることから、ロボットの重心は確かに真中に置かれていたといえる。

② 逆に、若干 CH 値が非対称であるところでは、重心が真中になかったといえる。これは、モーションの実行中にバランスを崩した原因のひとつと考えられる。

これらのことから、グラフで表した際に X 軸に関して左右対称の値をとるものは、重心が真中にあると言え、安定した動きをできるようになると推察できる。

Ⅶ　感想・今後の展望

大脇）古田先生の講義に触発されて、衝動的にロボットの研究に至りましたが、ロボットを扱うことで、ロボットやその他機械類の精密さを改めて思い知りました。各部品の取り付け方ひとつでバランスが崩れてしまったり、さらに悪いことには、部品の可動域が変わってしまったりと、少しのずれが全体に大きく影響してしまうので、メンテナンスに大きく時間を取られてしまいました。また、画面上の数値ではロボットが実際にどのように動くのかわからず、なかなか自分の思うように動かせなくて大変でした。時間があれば、教示機能でよりオリジナルのモーションを作ってみたかったです。

小柴）電池の充電が十分に行われていないとパワー不足でまったく役立たずになってしまう事態を身を以て痛感しました。また、自分の機械類に対する知識の低さも反省の材料となりました。資料の読み込みが甘すぎました。

活動は主にメンテナンスばかりで、モーション研究にはあまり時間が割けませんでしたが、これはこれでロボットの仕組みの理解に繋がってとても興味深いものでした。

今回はロボットに触れること自体が初の試みだったので行き当たりばったりで戸惑ってばかりでしたが、次は他のロボットのメンテナンスもして一緒に動かして各々の動きを観察・比較することでより詳しい考察を得たいと思います。

滝沢）大脇さんと全く同じ過程を経て、この研究をすることを決めました。以前からヒューマノイドロボットの製作に憧れていていたので、研究中は「より人間らしい動きを！」ということを自分自身のコンセプトとして活動してきました。が、動物のような弾力のある動きを数値化して表すことは予想以上に困難で苦労しました。他、皆の感想にもあるように、元々は動きを中心に研究するはずのものが、メンテナンスで多くの時間を割くことになってしまう等、数々のハプニングにもみまわれてしまいました。ですが、その分モーションが正しく実行され、きちんと動いた時の喜びはとても大きなものでした。機会があれば、今回の反省を生かし、踊る癒し系ロボットを作ってみたいです。

Ⅷ　おわりに

現代のロボット工学技術の発展ぶりから鑑みて、いずれは人間とロボットが共生していく社会、ドラえもんのような世界が来るのかも知れないと考えると今から楽しみです。今後、それぞれの進学した先で、またこのような研究をする機会が与えられたら、是非今回の経験を生かしていきたいです。

私達は、今回の研究を無事に終えることができて本当に嬉しく思っております。携わってくださった、高橋先生を始めとする皆々様には心より感謝申し上げます。そして私達のロボットに対する興味を与えてくださった古田先生、本当にありがとうございました。